

Identification of objects and structures in medical tomography sections

Patent number: DE19812749
Publication date: 1999-09-30
Inventor: PERNER PETRA (DE)
Applicant: PERNER PETRA (DE)
Classification:
- **International:** G06T5/00; A61B6/03; A61B5/055; A61B8/13;
G01R33/56
- **european:** G06T5/00F; A61B6/03
Application number: DE19981012749 19980324
Priority number(s): DE19981012749 19980324

Abstract of DE19812749

A selected section of a digitized image is converted for correlation with data obtained from a database of similar sections. In this way objects and/or structures are recognized. An Independent claim is included for equipment carrying out the method.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

⑩ DE 198 12 749 A 1

⑮ Int. Cl.⁶:

G 06 T 5/00

A 61 B 6/03

A 61 B 5/055

A 61 B 8/13

G 01 R 33/56

⑯ Aktenzeichen: 198 12 749.9

⑯ Anmeldetag: 24. 3. 98

⑯ Offenlegungstag: 30. 9. 99

DE 198 12 749 A 1

⑯ Anmelder:

Perner, Petra, Dr.-Ing., 04275 Leipzig, DE

⑯ Erfinder:

gleich Anmelder

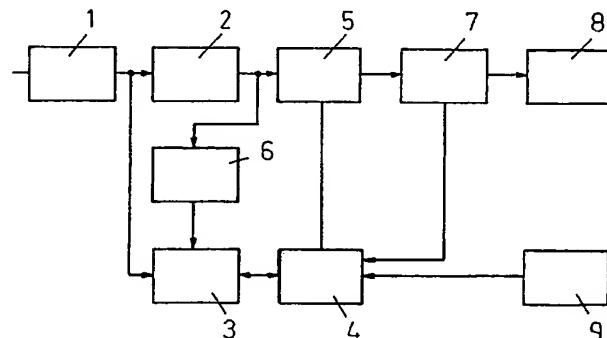
⑯ Vertreter:

Krause, W., Dr.-Ing. Faching.f.Erfindungswesen,
Pat.-Anw., 09648 Mittweida

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren und Anordnung zur automatischen Bestimmung von Objekten und/oder Strukturen in medizinischen Schnittaufnahmen

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur automatischen Bestimmung von Objekten und/oder Strukturen in medizinischen Schnittaufnahmen. Das Verfahren und die Anordnung dienen der automatischen Auswertung von medizinischen Schnittaufnahmen hinsichtlich dem Auffinden von Objekten und Strukturen. Derartige Objekte sind z. B. die Gehirnmasse oder das Gehirnwasser in einem Schädel. Die Auswertung erfolgt separat für jede medizinische Schnittaufnahme in Form eines zweidimensionalen Bildes. Dabei wird die aktuelle medizinische Schnittaufnahme mit in einer Falldatenbank abgespeicherten verglichen. Dieser Vergleich beruht auf der Überprüfung bildlicher und nichtbildlicher Informationen. Es wird in der Falldatenbank ein identischer oder ähnlicher Fall gesucht. Die dem aktuellen Fall zugeordneten Parameter werden dem Segmentierer zur Bildsegmentierung des aktuellen Falles zugeführt. Dem liegt die Idee zugrunde, daß für ähnliche Fälle auch die gleichen Parameter zur Segmentierung genutzt werden können, um ein optimales Ergebnis zu erhalten.



DE 198 12 749 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur automatischen Bestimmung von Objekten und/oder Strukturen in medizinischen Schnittaufnahmen insbesondere eines Computer-, Röntgenstrahl-, Kernspin-, Positronenemissions- oder Ultraschalltomographen.

Bekannte Verfahren zur Ermittlung der Objekte von medizinischen Schnittaufnahmen liefern nur die Daten der Objekte unabhängig der Bedingungen ihrer Aufnahme.

Dabei werden die Bildinformationen der medizinischen Schnittaufnahme entsprechend ihrer Grauwerte in die Objekte der medizinischen Schnittaufnahme eingeteilt. Es wird nur die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zu einem Grauwert erfaßt.

Der in den Patentansprüchen 1, 6 und 30 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, medizinische Schnittaufnahmen automatisch auszuwerten.

Dieses Problem wird mit den in den Patentansprüchen 1, 6 und 30 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Das Verfahren und die Anordnung dienen der automatischen Auswertung von medizinischen Schnittaufnahmen in Form von Computer-Tomogrammen hinsichtlich dem Aufinden von Objekten und Strukturen. Derartige Objekte sind z. B. die Gehirnmasse oder das Gehirnwasser in einem Schädel.

Die Auswertung erfolgt für jede medizinische Schnittaufnahme in Form eines zweidimensionalen Bildes separat.

Dabei wird die aktuelle medizinische Schnittaufnahme mit in einer Falldatenbank abgespeicherten verglichen. Dieser Vergleich beruht auf der Überprüfung bildlicher und nichtbildlicher Informationen. Es wird in der Falldatenbank ein identischer oder ähnlicher Fall gesucht. Die dem aktuellen Fall zugeordneten Parameter werden dem Segmentierer zur Bildsegmentierung des aktuellen Falles zugeführt. Dem liegt die Idee zugrunde, daß für ähnliche Fälle auch die gleichen Parameter zur Segmentierung genutzt werden können, um ein optimales Ergebnis zu erhalten.

Die Ähnlichkeitsüberprüfung basiert auf bildlichen Informationen, die aus der zweidimensionalen Bildmatrix ermittelt werden und auf nichtbildlichen Informationen, die üblicherweise im Filekopf einer medizinischen Schnittaufnahme zugeordnet sind. Das sind z. B. Bildaufnahmeparameter, Angaben zum Patienten, Sex, Alter usw.

Die Falldatenbank enthält dabei die bildlichen, in Form von Bildmatrizen und statistischen Daten, und nichtbildlichen Informationen.

Das aktuelle Bild wird vorverarbeitet, indem für die Auswertung nicht interessierende Strukturen ausgeblendet werden.

Neue Fälle können gelernt werden, wenn das Resultat der Ähnlichkeitsüberprüfung keinen ähnlichen Fall hervorbringt. Dann wird der aktuelle Fall von Hand segmentiert und mit seinen optimalen Parametern für den Segmentierer in die Falldatenbank eingetragen.

Die Bestimmung der Objekte und Strukturen erfolgt über die Wandlung der medizinischen Schnittaufnahme in ein Histogramm. Damit ist eine genaue Zuordnung der Objekte und Strukturen in Abhängigkeit der Parameter der konkreten Bildaufnahme und den auftretenden Artefakten im Bild sichergestellt.

Weiterhin eignet sich das Verfahren und die Anordnung für solche Grauwertbilder, die im Ergebnis einer Untersuchung entstanden sind und in Form eines belichteten Filmmaterials vorliegen. Dazu wird dieses belichtete Filmmaterial mittels eines an einem Computer angeschlossenen Scanners digitalisiert. Damit liegen diese Informationen ähnlich der Information des DICON-Files vor, so daß die Objekte

und Strukturen mit Hilfe des erfundungsgemäßen Verfahrens und der erfundungsgemäßen Anordnung bestimmt werden können.

Das Verfahren und die Anordnung eignen sich damit besonders für den Nachweis und die Verlaufskontrolle von Erkrankungen, die mit einer Veränderung von Organen einhergehen. Das ist z. B. das Gehirn, dessen Größe und Struktur sich unter anderem bei der Alzheimer-Krankheit ändert.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 5, 7 bis 29 und 31 bis 33 angegeben.

Die Auswahl des identischen oder ähnlichen Falls aus den in einem Speicher enthaltenen Informationen und Zuordnung zur aktuellen medizinischen Schnittaufnahme nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 2 liefert optimale

Einstellungsparameter für die Segmentierung der aktuellen medizinischen Schnittaufnahme. Gleichzeitig erfolgt die Markierung und die Bestimmung der Merkmale für die Flächen der Objekte. Vorteilhafte Merkmale sind unter anderem Flächengröße, Kontur und/oder Konturlänge.

Die Bildvorverarbeitung nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 3 ermöglicht über die Erzeugung einer Maske aus der ursprünglichen medizinischen Schnittaufnahme das Bestimmen der Objekte.

Der Schwellwert wird nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 4 in Abhängigkeit von den Aufnahmeparametern festgelegt.

Die Einstellungsparameter des Segmentierers werden nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 5 in Abhängigkeit sowohl von der medizinischen Schnittaufnahme als auch den nichtbildlichen Informationen gewählt.

Die Weiterbildungen der Patentansprüche 7 bis 17 führen zu einer ständigen Anpassung der Schwellwerte. Damit ist eine Unterscheidung der Objekte von Bildrauschen möglich.

Die Segmentierung nach den Weiterbildungen der Patentansprüche 18 und 19 stellt eine weitere vorteilhafte Methode dar, um die Objekte einer medizinischen Schnittaufnahme zu bestimmen und deren Größe zu ermitteln.

Die Bestimmung und Zuordnung der Objekte sind die Grundlage für das Bestimmen der Flächen dieser Gebiete nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 20.

Aus der Ermittlung der Flächen der Objekte der medizinischen Schnittaufnahme als zweidimensionale Darstellung werden nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 21 die Volumina dieser Objekte ermittelt.

Die Einbeziehung der nichtbildlichen Informationen in den Vergleich nach den Weiterbildungen der Patentansprüche 22 und 23 erleichtert die Zuordnung.

Die statistischen Methoden nach den Weiterbildungen der Patentansprüche 24, 25 und 32 unterstützen die Ergebnisfindung in der Suche nach dem gleichen oder einem ähnlichen Fall wesentlich.

Die Ähnlichkeitsbestimmung mit einer Kombination aus einer Punkt-zu-Punkt-, Punkt-zu-Bild- und Bild-zu-Bild-Ähnlichkeit zwischen den Bildpunkten der aktuellen medizinischen Schnittaufnahme und dem des zu vergleichenden Falles nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 26 stellt eine einfache Möglichkeit dar, das identische oder ähnliche Bild in der Falldatenbank zu ermitteln. Dessen Informationen stellen die Einstellungsparameter für den Segmentierer dar.

Im Falle einer Fehlinterpretation des Segmentierers erfolgt eine manuelle Korrektur.

Die Weiterbildung des Patentanspruchs 27 beinhaltet vorteilhafte Methoden des Vergleichs der nichtbildlichen und der bildlichen Informationen der medizinischen Schnittaufnahme.

Die interessanten und zu ermittelnden Objekte im Innern

eines Schädels sind nach den Weiterbildungen der Patentansprüche 28 und 29 die Gehirnmasse und das Gehirnwasser und Tumore und/oder die Knochenhaut.

Der Segmentierer nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 31 liefert aus den Parametern des identischen oder ähnlichen Falls die Flächen der Objekte in der aktuellen medizinischen Schnittaufnahme. Damit wird wesentlich effektiver ein Ergebnis für den aktuellen Fall ermittelt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden näher beschrieben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Die Figur zeigt die prinzipielle Realisierung der Anordnung zur automatischen Auswertung von medizinischen Schnittaufnahmen.

1. Ausführungsbeispiel

Im ersten Ausführungsbeispiel wird das Verfahren zur automatischen Bestimmung von medizinischen Schnittaufnahmen in Form von Schädel-Computer-Tomogrammen beschrieben. Es zeichnet sich durch die Ermittlung der Objekte im Innern eines Schädels aus. Grundlage dafür ist ein Ähnlichkeitsbasierter Segmentierer durch den diese erkannt und bestimmt werden.

Interessierende und zu ermittelnde Objekte sind die Gehirnmasse und das Gehirnwasser.

Dabei wird in einer Anordnung das Schädel-Computer-Tomogramm und die dazugehörigen nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank gespeicherten Schädel-Computer-Tomogrammen und nichtbildlichen Informationen verglichen. Die nichtbildlichen Informationen sind im Filekopf des Schädel-Computer-Tomogramms gespeichert. Derartige Informationen sind z.B. Aufnahmeparameter, Schichtparameter und Personendaten, die dem Schädel-Computer-Tomogramm zugeordnet sind oder zugeordnet werden.

Aus den Daten der Schädel-Computer-Tomogramme und der nichtbildlichen Informationen der Falldatenbank wird der zum aktuellen Fall identische oder ähnliche Fall bestimmt.

In einer ersten Variante basiert die Ähnlichkeitsbestimmung auf einer Kombination aus einer Punkt-zu-Punkt-, Punkt-zu-Bild- und Bild-zu-Bild-Ähnlichkeit zwischen den Bildpunkten des aktuellen Schädel-Computer-Tomogramms (A) und dem des zu vergleichenden Falles (B). Dabei wird ein Bildpunkt des Bildes A mit den Bildpunkten des Bildes B in einem vordefinierten Fenster um die äquivalente räumliche Position des Bildpunktes aus Bild A vorgenommen. Die Punkt-zu-Bild Ähnlichkeit sowohl von Bild A zu Bild B als auch von Bild B zu Bild A wird bestimmt. Aus diesen Werten erfolgt die Ermittlung des minimalen Wertes für die weitere Berechnung. Aus den zwei Werten wird das arithmetische Mittel ermittelt. Über alle so ermittelten Werte der Bildmatrix wird das Summenquadrat gebildet und nachfolgend daraus die Wurzel gezogen. Das Ergebnis wird nachfolgend durch die Anzahl der Bildpunkte in der Bildmatrix geteilt.

In einer zweiten Variante basiert die Ähnlichkeitsbestimmung zwischen dem aktuellen Schädel-Computer-Tomogramm und denen in der Falldatenbank auf statistischen Werten wie Entropie, Excess, Streuung, Mittelwert, Varianz, Schiefe, Variazionskoeffizient, Energie, Entropie und/oder Zentroid für x- und y-Richtung für jedes Computer-Tomogramm.

Im Segmentierer werden mit den Parametern des identischen oder ähnlichen Falls die Flächen der Objekte im Schädel-Computer-Tomogramm bestimmt. Alle Daten und ermittelten Bilder werden anschließend gespeichert und/

oder über mindestens eine Ausgabeeinrichtung sichtbar gemacht.

Um ein realitätsnahe oder ein eindeutiges Ergebnis zu erhalten, wird das Schädel-Computer-Tomogramm vorverarbeitet. Dabei wird ein Binärbild mit einem Schwellwert, der in Abhängigkeit von den Aufnahmeparametern festgelegt wird, aus dem Schädel-Computer-Tomogramm erzeugt. Das erfolgt über die Nutzung von morphologischen Filtern zuerst Erosion und danach Dilatation. Dieses Binärbild dient als Maske, um aus den ursprünglichen Schädel-Computer-Tomogramm das Innere des Schädels zu bestimmen. Im Segmentierer selbst wird aus den Grauwerten des Schädel-Computer-Tomogramms ein Histogramm erzeugt. Über eine Interpolation, wobei die Einstellungsparameter dabei den Grad der Interpolationsfunktion und die Interpolationsweite bestimmen, wird das Histogramm geglättet. Anschließend erfolgt die Ermittlung der Berge und der Täler und das Histogramm wird in Intervalle eingeteilt, wobei ein Intervall mit einem Tal beginnt, einen Berg beinhaltet und mit einem Tal endet.

Die Berge, die eine Schwelle aus einem vorgegebenen Verhältnis von Berg- zu Talhöhe unterschreiten, werden mit ihrem das höhere Tal besitzenden Nachbarberg zusammengelegt. Anschließend erfolgt ein Vergleich der Fläche unter der Kurve eines Intervalls mit einem Vorgabewert für die absolute Fläche. Bei Unterschreiten des Vorgabewerts wird der Berg des Intervalls mit seinem das höhere Tal besitzenden Nachbarberg zusammengelegt. Aus der Fläche des Intervalls wird im Verhältnis zur Gesamtfläche des Histogramms die relative Fläche des Intervalls bestimmt. Anschließend erfolgt ein Vergleich der Fläche jedes Intervalls mit dem Vorgabewert für die relative Fläche. Im Wert kleinere Intervalle werden als der Vorgabewert mit ihrem Nachbarintervall zusammengefaßt. Aus der Fläche dieser Intervalle wird im Verhältnis zur Gesamtfläche des Histogramms deren relative Fläche bestimmt. Der zweitgrößte Berg im Histogramm wird bestimmt und ein weiterer Vorgabewert basierend auf der Höhe des zweitgrößten Spitzenwertes für die Berghöhe gewonnen. In der Höhe kleinere Berge als dieser Vorgabewert werden mit dem vorhergehenden Nachbarn zusammengefaßt. Anschließend erfolgt die Bestimmung des kleinsten Tales. Aus der Höhe des kleinsten Tales multipliziert mit einem Faktor wird ein weiterer Vorgabewert bestimmt. Die Anzahl der verbleibenden Intervalle werden auf den Vorgabewert für die Anzahl der Intervalle durch eine Bewertung und einer entsprechenden Auflistung reduziert. Die Intervalle bis zum Vorgabewert für die Anzahl der die höchste Bewertung besitzenden Intervalle werden ausgewählt. Für diese Intervalle erfolgt die Bestimmung der unteren und der oberen Intervallgrenze für den Grauwert. Anschließend wird das Originalbild mit diesen Werten segmentiert und entsprechend mit einem Label versehen.

Daraus ergeben sich die einzelnen Flächen der Objekte im zweidimensionalen Schädel-Computer-Tomogramm.

Aus allen Schädel-Computer-Tomogrammen ist das Volumen der Objekte bestimmbar. Die Merkmale der nichtbildlichen und der bildlichen Informationen werden jeweils mit einem Faktor gewichtet aufsummiert und durch 2 geteilt oder es werden zuerst auf der Grundlage der nichtbildlichen Informationen die ähnlichsten Fälle ermittelt, aus dieser Menge von Fällen die n (n-wählbar) ähnlichsten Fälle herausgenommen und unter diesen Fällen auf der Grundlage der bildlichen Information, die ähnlichsten Fälle ermittelt.

2. Ausführungsbeispiel

In einem zweiten Ausführungsbeispiel wird die Anordnung zur automatischen Bestimmung von Objekten und/

oder Strukturen in medizinischen Schnittaufnahmen in Form von Schädel-Computer-Tomogrammen näher erläutert (Darstellung in der Figur). Die Anordnung basiert auf dem Verfahren des ersten Ausführungsbeispiels.

Ausgangspunkt ist ein DICOM-File-Wandler 1, der ein Bild in DICOM-File-Format in das systeminterne Format umsetzt. Das Bild besitzt alle bildlichen und nichtbildlichen Informationen des Schädel-Computer-Tomogramms einschließlich personenbezogener Daten.

In einem Computer sind die nachfolgend aufgeführten Anordnungen implementiert.

Der DICOM-File-Wandler 1 ist zum Ersten über eine erste Datenleitung mit einer die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank 4 gespeicherten Fällen vergleichenden und die Daten des identischen oder ähnlichen Falles als Parameter für einen ähnlichkeitsbasierten Segmentierer 5 bereitstellenden Anordnung 3 verbunden. Darüber gelangen die nichtbildlichen Informationen zu dieser Anordnung 3. Gleichzeitig ist der DICOM-File-Wandler 1 über eine die bildlichen Informationen führenden Datenleitung mit einer ein Binärbild mit einem Schwellwert erzeugenden Binärbild, dieses Binärbild mit morphologischen Filtern Erosion und Dilatation zu einer resultierenden Maske bearbeitenden und über diese Maske im 25 ursprünglichen Schädel-Computer-Tomogramm das Innere bestimmenden Bildvorverarbeitung 2 zusammengeschaltet.

Die Bildvorverarbeitung 2 ist zum einen mit der die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank 4 gespeicherten Fällen vergleichenden und die Daten des identischen oder ähnlichen als Parameter für den ähnlichkeitsbasierten Segmentierer 5 bereitstellenden Anordnung 3 in einer ersten Variante direkt und dem ähnlichkeitbasierten Segmentierer 5 verbunden. Mit diesem werden aus den Parametern des identischen oder ähnlichen Falls die Flächen der Objekte im Schädel-Computer-Tomogramm ermittelt. Grundlage dieser Ähnlichkeitsbestimmung ist eine Kombination aus einer Punkt-zu-Punkt-, einer Punkt-zu-Bild- und einer Bild-zu-Bild-Ähnlichkeit zwischen den aktuellen Computer-Tomogramm und dem des zu vergleichenden Falles.

In einer zweiten Variante (Darstellung in der Figur) befindet sich zwischen der Bildvorverarbeitung 2 und der Anordnung 3 eine Einrichtung zur Ermittlung statistischer Werte aus den bildlichen Informationen 6. Die Ähnlichkeitsbestimmung zwischen dem aktuellen Computer-Tomogramm 45 und denen in der Falldatenbank basiert auf dem Sachverhalt, daß für jedes Computer-Tomogramm statistische Werte errechnet und für den Ähnlichkeitsvergleich herangezogen werden. Statistische Werte sind unter anderem Entropie, Excess, Streuung, Mittelwert, Varianz, Schiefe, Variationskoeffizient, Energie, Entropie und/oder Zentroid für x- und y-Richtung.

Die die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank 4 gespeicherten Fällen vergleichende und die Daten des identischen oder ähnlichen als Parameter für den ähnlichkeitbasierten Segmentierer 5 bereitstellende Anordnung 3 ist mit der Falldatenbank 4 zusammengeschaltet. Die Falldatenbank 4 selbst beinhaltet die bildlichen, in Form von Bildmatrizen und statistischen Daten, und nichtbildlichen Informationen bekannter Fälle. Die Falldatenbank 4 ist weiterhin mit dem ähnlichkeitbasierten Segmentierer 5 verbunden. Über diese Datenleitung gelangen die ausgewählten Einstellungsparameter entsprechend des identischen oder ähnlichen Falles an den Segmentierer 5. Nach diesen Parametern werden im aktuellen Fall die Objekte Gehirnmasse und Gehirnwasser ermittelt. Die Einstellungsparameter basieren auf einem Histogramm von den Bildinformationen des Schädel-Computer-Tomogramms.

Dabei werden unter Anwendung von funktionalen und heuristischen kegeln Schwellwerte für den Grauwert und/oder Grauwerte für die Intervallgrenzen ermittelt. Die Schwellwerte sind die Einstellungsparameter des Segmentierers 5.

5 Im Segmentierer 5 werden die Schwellwerte so bewertet, daß alle Grauwerte kleiner als der Schwellwert einem ersten Binärwert und alle Grauwerte größer als der Schwellwert einen zweiten Binärwert zugeordnet werden. Das gleiche erfolgt mit den Intervallen gleicher Grauwerte. Damit ist eine 10 Bestimmung der Objekte in Form z. B. der Gehirnmasse und des Gehirnwassers gegeben und die Fläche ist bestimbar.

Am Ausgang des ähnlichkeitbasierten Segmentierers 5 sind eine die Ergebnisse bewertenden Anordnung 7 und ein 15 Datensichtgerät 8 als Ausgabeeinrichtung angeordnet und miteinander verbunden.

Eine manuelle Eingabevorrichtung 9 ist mit der Falldatenbank 4 zusammengeschaltet. Darauf werden die Daten von manuell zu beurteilenden Fällen in der Falldatenbank 4 20 eingeschrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Bestimmung von Objekten und/oder Strukturen in medizinischen Schnittaufnahmen eines Computer-, Röntgenstrahl-, Kernspin-, Positronenemissions- oder Ultraschalltomographen, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer digitalisierten oder einer in ein digitalisiertes Bild umgesetzten Schnittaufnahme mit einem ähnlichkeitbasierten Segmentierer die Objekte und/oder Strukturen erkannt und bestimmt werden.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Anordnung die medizinische Schnittaufnahme und die dazugehörigen nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank gespeicherten medizinischen Schnittaufnahmen und nichtbildlichen Informationen verglichen werden, daß aus den Daten der medizinischen Schnittaufnahme und der nichtbildlichen Informationen der Falldatenbank der zum aktuellen Fall identische oder ähnliche Fall bestimmt wird, daß im Segmentierer mit den Parametern des identischen oder ähnlichen Falls die Flächen der Objekte in der medizinischen Schnittaufnahme markiert werden, daß Merkmale für die Flächen bestimmt werden und daß die Daten, die nichtbildlichen Informationen, die medizinische Schnittaufnahme, die bestimmten Objekte und die dazugehörigen Werte gespeichert und/oder über mindestens eine Ausgabeeinrichtung dargestellt werden.

3. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Bildvorverarbeitung ein Binärbild mit einem Schwellwert erzeugt, daß das Binärbild mit morphologischen Filtern Erosion und Dilatation bearbeitet wird, daß das resultierende Bild eine Maske ist und daß über diese Maske in der 55 ursprünglichen medizinischen Schnittaufnahme das Innere bestimmt wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellwert in Abhängigkeit von den Aufnahmeparametern festgelegt wird.

5. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellungsparameter des Segmentierers sowohl auf den Bildinformationen der medizinischen Schnittaufnahme als auch auf den nichtbildlichen Informationen basieren.

6. Verfahren insbesondere nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus der medizinischen

Schnittaufnahme ein Histogramm von den Bildinformationen erzeugt wird, daß das Histogramm mit funktionalen und heuristischen Regeln so bearbeitet wird, daß im Ergebnis Schwellwerte für den Grauwert und/oder Grauwerte für die Intervallgrenzen ermittelt werden, daß diese die Einstellungsparameter des Segmentierers sind.

7. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Segmentierer die Schwellwerte so bewertet werden, daß alle Grauwerte kleiner als der Schwellwert einem ersten Binärwert und alle Grauwerte größer als der Schwellwert einen zweiten Binärwert zugeordnet werden.

8. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß alle die in ein Intervall fallenden Grauwerte einen gleichen Binärwert zugeordnet werden.

9. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß daß das Histogramm mittels einer Interpolation geglättet wird und daß die Einstellungsparameter dabei den Grad der Interpolationsfunktion und Interpolationsweite bestimmen.

10. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Histogramm die Berge und Täler bestimmt werden und daß ein Intervall ein mit einem Tal beginnender, einen Berg enthaltener und mit einem Tal endender Bereich im Histogramm ist.

11. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schwelle für das Verhältnis Berg- zu Talhöhe vorgegeben wird und daß alle die Schwelle unterschreitenden Berge mit ihrem das höhere Tal besitzenden Nachbarberg zusammengelegt werden.

12. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche unter der Kurve eines Intervalls mit einem Vorgabewert für die absolute Fläche verglichen und daß bei Unterschreiten des Vorgabewerts der Berg des Intervalls mit seinem das höhere Tal besitzenden Nachbarberg zusammengelegt wird.

13. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Fläche des Intervalls im Verhältnis zur Gesamtfläche des Histogramms die relative Fläche des Intervalls bestimmt wird, daß die Fläche jedes Intervalls mit dem Vorgabewert für die relative Fläche verglichen wird und daß im Wert kleinere Intervalle als der Vorgabewert mit ihrem Nachbarintervall zusammengefaßt werden.

14. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweitgrößte Berg im Histogramm bestimmt wird, daß ein Vorgabewert aus der Höhe des zweitgrößten Berges multipliziert mit einem Faktor bestimmt wird und daß in der Höhe kleinere Berge als dieser Vorgabewert mit dem vorhergehenden Nachbarn zusammengefaßt werden.

15. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das kleinste Tal bestimmt wird, daß ein Vorgabewert aus der Höhe des kleinsten Tales multipliziert mit einem Faktor bestimmt wird und daß die angrenzenden Berge der über den Vorgabewerten liegenden Tälern zusammengefaßt werden.

16. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der verbleibenden Intervalle auf den Vorgabewert für die Anzahl der Intervalle durch eine Bewertung und einer entsprechenden Auflistung reduziert und daß die Intervalle bis zum Vorgabewert für die Anzahl der die höchste Bewertung besitzenden Intervalle ausgewählt werden.

17. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die ausgewählten Intervalle die untere und oberere Intervallgrenze für den Grauwert bestimmt

werden und daß das Originalbild mit diesen Werten segmentiert und entsprechend mit einem Binärwert versehen wird.

18. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmentierung in einem Bild mit einer dreidimensionalen Größe stattfindet, daß dabei eine Dimension der Grauwert und die x- und y-Richtung die beiden anderen Dimensionen sind, daß mit Grauwert gleich Null sukzessive eine zweidimensionale Fläche bis zum maximalen Grauwert verschoben wird, daß in Abhängigkeit von heuristischen und funktionalen Regeln die benachbarten Grauwerte zu Gebieten zusammengefaßt werden und daß die zweidimensionale Fläche die Grenzen zwischen den einzelnen Gebieten markiert.

19. Verfahren nach Patentanspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellwert für die geodäisch zusammenhängenden Bildpunkte und die Filterfunktionen der morphologischen Filter die heuristischen und funktionalen Regeln sind.

20. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Bildpunkte mit dem gleichen Binärwert die Flächen der Objekte sind.

21. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß aus den ähnlichkeitssbasierten, segmentierten und zweidimensionalen medizinischen Schnittaufnahmen einer Person das Volumen der Objekte bestimmt wird.

22. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der nichtbildlichen Informationen

- der Aufnahmeparameter,
- der Schichtparameter und
- zur Person

der medizinischen Schnittaufnahme zugeordnet sind oder zugeordnet werden.

23. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nichtbildlichen Informationen nach der Beziehung

$$S(C_i, b) = \frac{|C_i|}{\alpha|A| + \beta|D| + \gamma|M|}$$

mit $\alpha = 1; \beta, \gamma = 1/2$ und

C_i – Fall in der Falldatenbank,

b – aktueller Fall,

$|C_i|$ – Anzahl der Merkmale von C_i

A – Menge der übereinstimmenden Merkmale im Fall C_i und b ,

D – Anzahl der Merkmale, die verschiedene Werte haben und

M – Anzahl der Merkmale, die nicht vorhanden sind bestimmt und nachfolgend verglichen werden.

24. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Ähnlichkeitsbestimmung zwischen der aktuellen medizinischen Schnittaufnahme und denen in der Falldatenbank für jede medizinische Schnittaufnahme statistische Werte errechnet und für den Ähnlichkeitsvergleich herangezogen werden.

25. Verfahren nach Patentanspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß Entropie, Excess, Streuung, Mittelwert, Varianz, Schiefe, Variazionskoeffizient, Energie, Entropie und/oder Zentroid für x- und y-Richtung für jede medizinische Schnittaufnahme ermittelt werden.

26. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Ähnlichkeitsbestimmung eine

Kombination aus einer Punkt-zu-Punkt-, einer Punkt-zu-Bild- und einer Bild-zu-Bild-Ähnlichkeit zwischen der aktuellen medizinischen Schnittaufnahme und dem des zu vergleichenden Falles vorgenommen wird, daß der Vergleich des Bildpunkts des Bildes A mit den Bildpunkten des Bildes B in einem vordefiniertem Fenster um die äquivalente räumliche Position des Bildpunktes aus Bild A die Punkt-zu-Bild-Ähnlichkeit ist, daß die Punkt-zu-Bild-Ähnlichkeit sowohl von Bild A zu Bild B als auch von Bild B zu Bild A bestimmt wird, daß aus diesen Werten der minimale Wert für die weitere Berechnung ermittelt wird, daß das arithmetische Mittel aus den zwei Werten ermittelt wird, daß über alle so ermittelten Werte der Bildmatrix das Summenquadrat gebildet wird, daß daraus die Wurzel gezogen wird und daß das Ergebnis durch die Anzahl der Bildpunkte in der Bildmatrix geteilt wird.

27. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Merkmale der nichtbildlichen und der bildlichen Informationen jeweils mit einem Faktor gewichtet aufsummiert und durch 2 geteilt werden oder daß zuerst auf der Grundlage der nichtbildlichen Informationen die ähnlichsten Fälle ermittelt werden, daß aus dieser Menge von Fällen die n ähnlichsten Fälle herausgenommen werden und unter diesen Fällen auf der Grundlage der bildlichen Information, die ähnlichsten Fälle ermittelt werden.

28. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die medizinische Schnittaufnahme ein Schädel-Computer-Tomogramm ist und Gehirnmasse und Gehirnwasser die Objekte des Schädels sind.

29. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die medizinische Schnittaufnahme ein Schädel-Computer-Tomogramm ist und daß Gehirnmasse und Gehirnwasser und Tumore und/oder Knochenhaut die Objekte des Schädels sind.

30. Anordnung zur automatischen Bestimmung von Objekten und/oder Strukturen in medizinischen Schnittaufnahmen, dadurch gekennzeichnet,

– daß ein DICOM-File-Wandler (1) in mindestens einem Computer

zum Ersten über eine die nichtbildlichen Informationen weiterführenden Datenleitung mit einer die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank (4) gespeicherten Fällen vergleichenden und die Daten des identischen oder ähnlichsten Falles als Parameter für einen ähnlichkeitsbasierten Segmentierer (5) bereitstellenden Anordnung (3),

zum Zweiten über eine die bildlichen Informationen führende Datenleitung mit einer ein Binärbild mit einem Schwellwert erzeugenden Binärbild, dieses Binärbild mit morphologischen Filtern Erosion und Dilatation zu einer resultierenden Maske bearbeitenden und über diese Maske in der 55 ursprünglichen medizinischen Schnittaufnahme das Innere bestimmenden Bildvorverarbeitung (2),

– daß die Bildvorverarbeitung (2) zum einen mit der die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank (4) gespeicherten Fällen vergleichenden und die Daten des identischen oder ähnlichsten als Parameter für den ähnlichkeitsbasierten Segmentierer (5) bereitstellenden Anordnung (3) und dem ähnlichkeitsbasierten Segmentierer (5),

– daß die die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank (4) ge-

speicherten Fällen vergleichende und die Daten des identischen oder ähnlichsten als Parameter für den ähnlichkeitsbasierten Segmentierer (5) bereitstellende Anordnung (3) mit der Falldatenbank (4),

- daß die Falldatenbank (4) weiterhin mit dem ähnlichkeitsbasierten Segmentierer (5),
- daß der Ausgang des ähnlichkeitsbasierte Segmentierer (5) über eine die Ergebnisse bewertenden Anordnung (7) mit der Falldatenbank (4) und mit mindestens einer Ausgabeeinrichtung (8) und
- daß die Falldatenbank (4) mit mindestens einer manuellen Eingabevorrichtung (9) verbunden sind.

31. Anordnung nach Patentanspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß ein aus den Parametern des identischen oder ähnlichsten Falls die Flächen der Objekte in der medizinischen Schnittaufnahme bestimmender Segmentierer (5) im Computer realisiert ist.

32. Anordnung nach Patentanspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Bildvorverarbeitung (2) und der die bildlichen und die nichtbildlichen Informationen mit in einer Falldatenbank (4) gespeicherten Fällen vergleichenden und die Daten des identischen oder ähnlichsten als Parameter für den ähnlichkeitsbasierten Segmentierer (5) bereitstellenden Anordnung (3) sich eine die bildlichen Informationen statistisch erfassenden und bewertenden Anordnung (6) befindet.

33. Anordnung nach Patentanspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß eine die bildlichen, in Form von Bildmatrizen und statistischen Daten, und nichtbildlichen Informationen enthaltene Falldatenbank (4) vorhanden ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

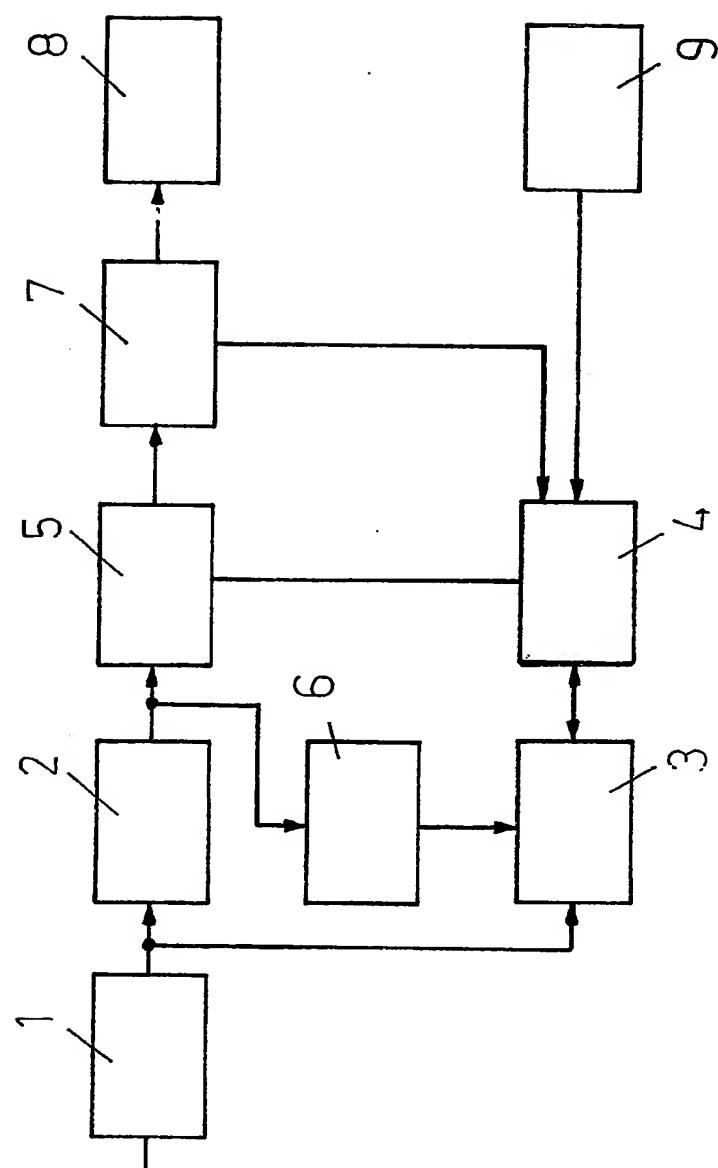


Fig.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.